第9卷 第6期 昆虫学报 Vol. IX, No. 6
1959 年 12 月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA December, 1959

銅綠金龟子的研究

葛鍾麟 張漢鵠
(安徽农学院)

一、前 言

合肥位于北緯 31.8°, 东經 117.3°, 气候温和,年平均温度 15℃,年平均雨量 1,000 毫米,无霜期 230 天,适宜于害虫滋生繁衍。又因处在淮南丘陵地区,土質属粘壤土,存有不少荒地,因而金龟子种类頗为丰富,对林木、果树以及旱地作物带来不小損害,其中尤以銅綠金龟子及朝鮮黑金龟子 (*Holotrichia diomphalia* Bates) 为最。而在果树林木方面,更以銅綠金龟子发生猖獗危害严重,在成虫发生期間,果园、苗圃每年皆須連續夜战旬日以上,如临大敌,虽如此,尙难保护树叶完整无恙,每致果树生长緩慢,或使果产量大大減低。鉴于銅綠金龟子的严重危害,国內在系統研究方面做得还少,我們为了达到防治消灭的目的,自 1956 年起开始注意了发生情况,1957 年正式进行了生活习性的观察,并作了防治試驗,到 1958 年为止,得出了一些結果,現在整理出来,供大家参考。

二、飼育方法及用具

飼育金龟子較其他害虫为复杂困难,尤其是在幼虫阶段,非但不便經常观察,且常因土壤干湿不宜而死亡。二年来在飼养中我們也曾有大批幼虫夭折于幼小阶段。

幼虫飼养,我們是采用的室內玻璃方缸飼育方法,即将幼虫置于玻璃方缸內,缸內放置土壤及幼虫食料,上加玻璃盖,以防止水分蒸发,同时将玻璃方缸收藏于木柜中,以保持黑暗环境。

玻璃缸內的土壤采用壤土,含有腐植質比較丰富的土壤,其中并种植馬鈴薯块,使生根鬚,供应幼虫食料。土壤湿度为适中,呈現良好的团粒构造,手握可以成团,松开稍加压研即行分散,可以說湿潤疏松,含水量在 15% 上下。

玻璃方缸曾采用二种大小規格,一种大型的长×寬×高为 15×10.5×16厘米,小型的 10.5×5.5×11.5 厘米,前者作集体飼养,后者个别分飼用。集体飼养每缸 5 只。缸內皆盛装土壤 2/3。

飼养的幼虫每隔 10 天抽查一次,在越冬阶段停止检查,但常常在三龄之后,幼虫喜欢栖息于靠缸壁的底边相接处,更多的生活在底角,因而此时可以不必翻动土壤便可观察到幼虫的动态。而在翻动检查时为采用骨匙輕加剖拨,搬移幼虫亦用骨匙挑盛避免碰伤,特别是在幼齡阶段。至于食料的补充供应,則視馬鈴薯块在缸內的生长情况而定,每当土上部分死亡腐烂或約一月之久便行更換,放入新的薯块,留下老薯块的一些鬚根,并噴入少許水分以保持土壤湿潤。

飼养幼虫的主要关鍵在于幼小阶段,土壤湿度要适中疏松,土內含有丰富的腐植質及

鬚根,并宜少翻动。为此为了保持水分不易散失,我們采用了有盖、可以密閉的玻璃方缸,如有其他能保持土壤湿潤的器皿当然也可。此外在集体飼养中,每缸所养头数不宜过多,因为幼虫有相互撕咬的习性,过多也难全活。

蛹的飼养,如果幼虫是在玻璃缸壁、拐角化蛹,即不必加以处理而継續进行观察。但为仔細观察起見,我們曾将老熟即将化蛹的幼虫,移置于直径9厘米的普通玻璃培养皿內,并放一块小馬鈴薯,另塡塞八成湿度适宜(如幼虫)的土壤,留下可供活动的余地。整个放于黑暗的木柜中。由于玻皿扁薄,仅比老熟幼虫略厚,因而可以很好地观察到前蛹期、蛹期以及成虫初期种种演变。

飼养成虫比幼虫条件要求低,对羽化初期的活动情况、交尾、产卵期、交尾次数、交尾时間、产卵数量、成虫食性、食量、寿命等皆用前述大型玻缸进行观察。在缸內盛置湿度适宜的土壤6—7厘米厚,供給成虫白天潛伏、产卵,缸內投入成虫喜食的苹果树叶或枫楊树叶,按照上列不同的要求放入不同数量的成虫或♀、♂分飼,每天于傍晚前进行检查及更换食料,夜晚观察活动情况。至于成虫白天潛伏深度及产卵深度的观察,則采用直径×高为36×40厘米的筒形瓦缸,內放25厘米厚的土壤,土面鋪設短小青草,缸口复盖玻璃,置于室內。也曾用50見方65厘米高的无底养虫籠罩于室外空地上进行观察,結果后者管理检查困难,不如瓦缸、玻缸方便易行。

至于卵的飼育,为了观察方便起見,乃与多量土壤混和盛装于指形管中,用木塞塞紧,以防水分蒸发,从管外进行观察。也曾用前述飼养幼虫的小型玻缸将卵置于缸壁处以行观察。甚至即于原产卵的玻缸內每日翻动检查之。惟需注意,移动卵时必須使用骨匙,若用鑷子一方面夹紧会有損伤,夹松容易掉落遺失或伤害。土壤含水量是影响卵期的主要因子之一,亦需注意控制。在研究中我們除观察土壤不同湿度与胚胎发育的关系而外,通常亦采用含水量15%左右的土壤飼养。

三、名称、分布及为害性

銅綠金龟子属鞘翅目、金龟子总科(Scarabaeoidea),丽金龟子科(Rutelidae),学名 *Anomala corpulenta* Motschulsky. 土名在蚌埠、淮北称为䗩䗶(这也是金龟子的通称);无为称金媽媽,合肥名为打灯虫。

銅綠金龟子在安徽省的分布很广,根据实地了解,碭山、宿县、蚌埠市、淮南市、合肥市、六安、霍山、无为、桐城、郎溪、太平、至德、歙县、屯溪市皆有发生。而从这些市(县)的地理位置,可以推測銅綠金龟子遍布全省,不过各地为害的严重性各有不同。

銅綠金龟子在国內的分布情况还不够清楚,仅知江苏省的南京、揚州、泰兴、徐州一带发生很多,幼、成虫为害皆重。此外,在福建、江西、湖南、湖北、河南、山东、山西、辽宁、陕西、甘肃、青海初步了解也有发生。

此虫在安徽各地为害情况不一,在合肥地区主要是成虫对果树、林木的損害,北方則以幼虫为害作物幼苗为重,南方山区又以幼虫侵損树林苗木、茶苗为最,而省內果园里的苹果及梨皆常罹其害。

成虫在合肥一带是苹果、枫楊、白楊的大敌,每年6月份必須进行防治,不然树叶将被傾食一光,秃露枝干。如1957年合肥市西郊金斗乡农业生产合作社种植的3,000多棵苹

果树叶，即被全部吃掉，个别枝干的树皮也被啃坏。我院农場果园在 20 多亩 3—5 年生的苹果树上，虽然不断噴射药剂防治，在輔助以人工捕捉的情况下，前后 14 天也一共捕捉了 232 斤 12 两，每斤金龟子合 1,184 个，即捕捉 275,576 只，其中 6 月 13 日一夜便捉了 40 斤；又在一株一人多高的 3 年生苹果树上，枝条几乎全被金龟子爬满而略弯下，一棵小树上便捕得 305 只。所以当大发生时，只要一夜不加防治，便会暴食光秃，至少也变成殘破不堪的状态，因而过去我院每当成虫盛发时，便得僱請臨时工夜战不休，林場苗圃同样如此。

一般說来銅綠金龟子的成虫发生期集中，发生地又广泛，当盛发趋向一处为害时，势焰有如飞蝗，成为大害。果树、苗木被害后，严重地破坏了营养器官，对树木的生长造成极大不利，同时也影响了花芽的分化，致使生长緩慢，植株矮小，枝叶不茂盛，果产大大減少，带来巨大的損失。

四、形态概述

（一）卵

灰白色，初产时椭圆形，但偶而亦有长椭圆形不正常之卵粒出现，或呈飞蝗卵状，或一端尖弯似梨形，其粗仅及长 1/3—1/4，有的竟达 4 毫米。不过在正常的情况下皆为椭圆形，大小根据 10 枚卵测定的結果，长径由 1.68—1.93 毫米，平均为 1.82 毫米，短径 1.30—1.45 毫米，平均 1.37 毫米。卵产后逐漸膨大，最后几近于圓形而略长，据考查将孵化之 10 枚卵粒，短径增大至 2.06—2.28 毫米，长径达到 2.37—2.62 毫米，平均为 2.19×2.51 毫米。卵色自初产至孵化不变，卵壳表面光滑在 40 倍扩大鏡下始見微有刻紋（图 1;1）。

（二）幼虫

幼虫通称蠐螬。本种蠐螬体中型，老熟的幼虫体长一般在 29.5—33 毫米之間，平均为 31.06 毫米（8 头平均）；头宽 4.91—5.30 毫米，平均为 5.01 毫米；体重 10 头平均为 0.91 克。幼虫体圓筒形且弯曲，多皺褶与短毛，乳白色，仅在腹部末端自背面观：由腹末第 3 节背側部分起，連及末端 2 节全为泥黑色，且隐现蓝色；腹面观則腹末 4 节皆为暗黑色。

头部黃褐色，密生点刻，而額的前方粗糙，其两側近触角处横列有少数皺紋，自头頂沿頰后側与头顱縫二側各有一列刚毛向前延伸，触角基部附近刚毛較长而多，額的前沿横列有 8 枚刚毛，額的两側中部各有 4 枚刚毛呈不規則状横向排列。整个口器及触角梗节色較深，呈浓黃褐色，上顎端半部尖形与上顎前关节处皆呈黑褐色，唇基梯形，其中央部具并列二刚毛，两側又各有刚毛 2 枚。上唇心脏形、皺褶深，具細毛，尤以边緣柔毛为多(图1;2)。触角 5 节，以第 3 节最长，約为 4、5 节之和；第 2 节与第 4 节近于等长；第 1、5 二节最小，約各为第 4 节长度之半（图 1;3）。

胸足淡黃多毛、爪呈黑色、气門黃褐色略呈馬蹄状之椭圓形，气門框內开閉机构在静止时呈新月状，第 5、6、7、8、9 体节上的气門較小，而第 4、10、11 体节上的气門約大于前者一倍，第 1 节气門尤大，几为之三倍，第 1 节气門开口斜向后側方，其余則均斜向前方。胴部多横褶，致各节背面被分成若干隆起，各节隆起数：第 1—9 节为 3，第 10 节为 2，而第 11 节以后无横褶与隆起。各节背面均具刚毛横列，唯其列数与刚毛长短互有不同；前 1—3 节每隆起上只一横列，毛长；第 4 节第 1 隆起 1 列，2、3 隆起各 4 横列，由此向

后逐节横列数有所增加,但毛轉短;第5—9节每隆起上横毛列即密集多达6列;第10节前隆起上尙有5列;自第10节后隆起至第12节背面才无短刚毛,且无褶,只前后各具一横列稀长毛;体末节亦如是,但毛多排列杂乱。至腹末节肛門背片則密生有短毛,而末端边緣生有长毛,直至肛門陷附近。肛門腹片上,在中部至体末之三角地带間,多鈎状刚毛,排成規則之肛毛列,其正中为二列黃褐色較长之芒状刺,均匀对称縱向横列,刺尖相互交錯有力,每一列約有芒状刺12—13枚,此刺列不再有短刺向前延伸,但保持有尖狹的空白小区,沿此小区及芒状刺列外围,为深黃褐色之短鈎状小刺、重重規則地列为6环,其中最內1—2环呈全环状,封閉着中央芒状刺列及其前方空白小区,其余环列鈎毛均呈大或小的缺环,围于中央芒刺列之后外方,直至肛門陷边緣,此外在鈎状刚毛占据的前方与側方,还散生有少数黃褐色的长刚毛(图1;4)、(图1;5)、(图3)。

幼齡幼虫的特征与老熟幼虫相似,惟只体长,头宽較小,腹末芒状刺的数量与排列情形略有不同而已,其区分見于表1。

表 1

齡 期	体长(毫米)	头宽(毫米)	腹 末 芒 状 刺
第1齡	7—13	1.46—1.95	腹末腹面芒状刺每列常少2、3枚,且因毛短二列不能相接
第2齡	16—22	3.03—3.19	腹末腹面芒状刺每列常少2、3枚,二列仅能相接或部分如老熟幼虫交接状
第3齡	25—38	4.20—6.11	

(三) 蛹

裸蛹。长椭圆形,土黃色,雄蛹长18.23—21.17毫米,宽9.96—10.22毫米;雌蛹长18.57—20.89毫米,寬9.66—10.35毫米。头圓形,向下斜置于前胸之下,背面观只能見及后头。前胸呈梯形,背片中央具縱沟向前伸达头頂,向后縱貫于整个蛹体背脊上。翅貼附于身体两側,伸向腹面,但不相接触,前翅呈橄欖形,翅尖伸达腹部腹面第2节,翅面具4条寬带状隆起縱脊,后翅迭于前翅下方,翅尖外露伸达腹部腹面第3节,3对胸足皆曲折置于腹面,各对足左右都相接触,中足伸达腹面第一腹节,后足伸达腹末倒2节。蛹之腹部背面分为9节,腹面为8节,腹面第一节置于背面第3节下方,背面末节在腹面分为2节。而在第1—7腹节背面各节間沿中脊沟二側各有眼形凹痕一个,褐色显明。又1—8腹节背片二側边緣各具一黑色气門,前后排成直綫,其中以2、3、4三对清晰易見。蛹体表面則密生細小短毛,以腹末3节毛較长,体側毛短常反光視若背粉状。背板7、8、9三腹节最寬,且具稠密縱走之雨水冲刷状皺紋,第9腹节背片乃向后翻卷呈現出寬厚的边緣,背脊中沟穿过此翻卷部分終止于腹末节之腹面后緣(图4)。

此虫雌雄蛹显著不同,其区别在于:

雄蛹末节腹面中后方有一饅状突起,突起的中后方具十字形凹紋(图2;1)。

雌蛹末节腹面平滑,仅在倒2节腹面近前緣处中央有細小的一飞鳥形皺紋(图2;2)

(四) 成虫

体卵圓形,中等大小。体长为17—19毫米,寬9.4—10.5毫米。体背自头部、前胸至翅鞘背作銅綠色,且具細密刻点。头部扁圓,唇基梯形,都斜向前下方。复眼黑色,触角迭

片形，黃至黃褐色。前胸略呈梯形，長約为寬的 1/2，两側向外成弧状突出，前緣中央大部內陷，接納头部嵌合，前胸除中央大部为銅綠色外，两側边緣并具显明之黃色带。中胸小盾板呈渾圓三角形小块。前翅翅鞘近长方形，长約为寬的二倍，翅面除密聚点刻外，在中部还有 3 条明显的縱脊，在沿外緣縱脊处亦成狹带状的黃色边緣。胸足淡黃褐色，惟脛节部分深褐而带枣紅色光泽，前足脛节外側成 2 齿状，中足脛节中部生有两排斜走小刺，前端有突距 2 枚。跗节 5 节，上生細毛，而以末节最发达。外露于鞘翅后方的腹节背片为黃至黃褐色，但常具几分或多或少的綠色螢光，以至显現成螢綠色斑块。胸、腹部腹面乳黃至黃褐色，密生柔毛(图 5、6)。

其雌雄性主要外形差异，归納起来如下表 2。

表 2 雌雄成虫外形比較

♀	♂	备註
1. 腹部腹面与胸部腹面的顏色一致，同为乳黃色	1. 腹部腹面顏色显然較胸部腹面为深，呈老黃而带褐色	区别明显，易于掌握
2. 体型較寬且壮	2. 体型稍长	显著性不够，需多看有經驗后才易运用
3. 体背銅綠色，綠色程度較淡	3. 体背銅綠色，綠色程度較濃	由于不同发生条件之影响，有时也会有出入
4. 触角各节皆比較短	4. 触角各节皆比較长	不太明显

五、生活习性

(一) 卵期

卵散生，自产出后經 9 天多开始孵化。在孵化之前，卵的外表起着明显的变化，一方面逐漸膨大，一方面可見到卵內胚胎发育的演变。如 1957 年 7 月 8 日所产之卵，至 10 日便开始漸行膨大，同时在卵体腹面出現一长圓形白色块似較濃厚的胚带，此胚带至次日增长成一长寬之带，几占整个腹面，卵的体积增大也漸显著。7 月 12 日卵仍在增大中，腹面之胚带白色加濃，其余部分呈透明状，二者鮮明可分。胚带且逐漸向一端延展生长，至 13 日即略变轉向上。14日弯轉部达到卵长1/3，而另一端加厚加闊，并在其上方背面，接近頂端 1/6 处現出紅褐色边緣之上顎，此时卵体更为膨大达到頂峯。此后弯轉之胚胎在头后一段漸次显現清晰，上顎也更加明显，近头一端內上方并現出完整之胸足，胚胎两側分节也漸著，至 15 日晚便孵化。

卵近孵化之前膨大透明，虫体清晰易見，上顎赤色，边緣略深特别明显，幼体各个环节及棕色刚毛也可自壳外清楚看到，迄至孵化上顎不时活动，有时竟刺破卵壳而突出卵外，临近出卵时，幼体则开始蠕动，并漸次頻繁，每隔 1—2 分鈡即活动一次，但有时亦作稍久之休息，由于幼体在卵內的活动，每致卵粒有所移动，且隨活动而使卵失去圓球形，呈拱突不正状，經最后 2、3 次激烈蠕动后，卵壳終于破裂，自头部唇基部分向后沿虫体两側縱向裂开，当至腹部第 2 节背面更横向开裂，此时虫体伸展，极力使腹部首先脫出卵壳，一面用上顎及前足拨刷腹末背面，一面乃将腹部末端撓卷伸直，往返运动，以求脫去卵壳，当腹部脫出后，即不时卷起尾端至头方两側，刷动胸背，使卵壳漸次脫下。自幼体在卵內蠕动至孵化完毕，幼虫脫出卵壳为止，先后經过达 45—60 分鈡，卵壳开裂至幼体完全脫出在 17 分鈡左右。

銅綠金龟子卵期之长短随温度及湿度而异，在湿度适宜的情况下，于 6、7 月間約在 7—11 天，大多为 9 天。至于卵的孵化率亦与湿度有关，不过通常在可孵化的湿度下孵化率皆近于 100%。

銅綠金龟子在卵期胚胎发育过程中，由于有吸收外界水分，卵粒膨大成长的現象，因此土壤的干、湿直接影响了生长发育，輕則致使卵期延长，过分干湿便使卵粒干癟或腐烂而死亡。

在 1958 年 6、7 月間，我們曾用不同的土壤湿度做过 5 次試驗，得出了明显的結果：試驗方法是首先采取普通壤土，放置于烘箱內烘干，研碎成粉粒状，再烘使成完全干燥。土壤自烘箱內拿出时，随即秤称，避免久放吸收空气里的水气，称出一定数量（300 克）后，放置于前述小型玻璃方缸內，然后加水成控制湿度。加水为采用一台秤上放玻璃板，干土倒在玻璃板上，用医用小型噴雾器噴水，一面噴一面翻拌，使加水均匀，当台秤称到加水重量时停止噴水，重新倒回玻璃方缸內，此时在缸口涂上凡士林以使盖口密合，避免土壤水分蒸发失水或吸收空气中水分增加其含水量。土壤在玻缸內悶放 1、2 日后，通过毛細管作用，再次使水分在土壤里均匀分布，而后进行孵化試驗。

試驗共分 9 种处理，即土壤含水量：0、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35% 及 40% 9 級。每次試驗采用当日产的新鮮卵粒，分散放置于靠近缸壁的土层下，逐日观察記載。

通过 5 次試驗，每一处理共做了 39 卵得出結果見表 3。

表 3　土壤含水量与卵發育关系

处理（含水量）* ＼ 孵化数 ＼ 次数	第 1 次 每缸 6 卵		第 2 次 每缸 15 卵		第 3 次 每缸 5 卵		第 4 次 每缸 5 卵		第 5 次 每缸 8 卵		总和	备註
	孵化卵数	孵化率（%）	孵化卵数	孵化率（%）	孵化卵数	孵化率（%）	孵化卵数	孵化率（%）	孵化卵数	孵化率（%）	孵化率（%）	
0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	土成干灰状
5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	略湿似香灰
10%	6	100	15	100	4	80	5	100	7	87.5	94.8	土松軟不起灰
15%	5	83.3	15	100	5	100	3	60	8	100	92.3	較上更湿些
20%	6	100	15	100	5	100	3	60	8	100	94.8	如潮砂土
25%	2	33.3	13	86.6	5	100	4	80	8	100	82.1	呈小米大小团粒
30%	6	100	15	100	—	—	4	80	8	100	97.1	粘結成块
35%	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12.5	2.5	水飽和
40%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	土表有相当多积水

* 土壤含水量是按照土壤重量計算加水而成，如含水量 10% 的土壤，即在 300 克干土内加入 30 克水。严格説来，实际含水量是偏低的、如含水 10% 的土壤按水土 300 克中含水 30 克計算、眞正含水量仅 9.09%。

从上表可以看出，适宜于卵孵化的土壤湿度为土壤含水量 10—30%，在这一湿度下，卵基本上可以全部孵化。个别沒有孵化的卵粒可能由于卵本身有問題，或在搬移时碰伤所致。含水量 25% 处理中孵化率低的原因，則在于土粒粘結有些卵粒沒有按放妥当，致造成卵的周围有較大空隙因而干死。卵在土壤含水量 0.5% 的土壤里，一般放下后次日即行干癟而死。35%、40% 里的卵虽一时不死，終因水分太多而全腐烂。

为了进一步弄清胚胎发育与水湿的关系，曾又做了一些浸水及暴晒补充試驗。

1. 浸水試驗：

(1) 6 月 29 日，将近 2—3 日内产出的 33 卵浸泡于清水中，分期检查結果如下：

7 月 9 日皆略膨大、胚带明显。

7 月 18 日孵化出 2 只幼虫皆死，取出成烂浆状。

7 月 19 日孵化出 6 头幼虫皆死，其中 2 只卵壳尚遺留于体端。

7 月 20 日孵化幼虫 6 只亦死。

7 月 21 日其余 19 卵外围有糊膜状，似青蛙卵块。

8 月 7 日剩下 19 卵全死。

(2) 7 月 8 日如上方法浸下一批卵粒，每隔一定时日捞出 5 枚放置于湿潤的土壤中，分别观察浸水时間长短对卵发育的影响，結果見表 4。

表 4　浸水对卵孵化的影响

检查日期* / 孵化情况 / 浸泡时間	7 月 18 日		7 月 25 日		8 月 5 日		备註
	孵化数	孵化率 (%)	孵化数	孵化率 (%)	孵化数	孵化率 (%)	
1 昼夜	2	40	4	80			
2 昼夜	2	40	4	80			
3 昼夜	2	40	5	100			
4 昼夜	1	20	4	80			
5 昼夜	未查	40	5	100			以上皆为 7 月 8 日浸水的第二批卵
7 昼夜	未查	—	未查	—	2	40	此卵为 7 月 12 日浸水的第三批卵
9 昼夜	未查	—	未查	—	3	60	同　上
22 昼夜	未查	—	未查	20	未查	—	第一批 6 月 29 日浸水的卵粒

* 检查日期为卵捞出后放入土中后的分期检查日期。

2. 暴晒試驗：

(1) 为了研究干燥对卵的影响，6 月 25 日下午 4 时左右，复又做了卵粒在阳光下暴晒試驗。試驗时将卵置于盛有一层薄土（較干）的培养皿内，安放于土表，共 20 枚。当时温度为 36.6℃、湿度 49%，結果見表 5。

表 5　卵暴晒試驗

时間		卵变化情况	备註
时	分		
15	55	开始暴晒	
16	00	刚产下不久未膨大的小卵，开始一側癟凹	
16	02	小卵全癟，已膨大的大卵开始干癟	
16	05	小卵顏色轉暗，大卵也干癟一半	挑起 5 枚干癟一半的卵粒放入湿土内
16	09	大卵也开始色澤轉暗，小卵已成乳黄色	
16	12	大卵大多也成乳黄色，两側皆癟入	
16	23	此間变化不大，严重的呈皮壳状	收回2卵放入湿土中
16	30	同　上	

(2) 与上同时在屋蔭下也作了卵暴露試驗，其間溫度为32.8℃、湿度58%，結果見表6。

表6　卵暴露試驗

时間		卵变化情况	备註
时	分		
15	50	暴露	
16	00	小卵开始下瘪	
16	03	小卵全部一側瘪凹	
16	08	小卵一側干瘪一半	
16	15	小卵一側深凹，卵色暗	
16	28	变化不大	全部放入湿潤的土壤中

經过暴晒收回放入湿土中的卵粒，間隔了9天至7月4日检查，暴晒在阳光下于16时5分收回已干瘪一半的5卵，孵化了3只，另有2卵遺失不見未悉，其余在試驗結束时收回的干瘪虫卵全皆死亡，未能孵化。

在这一系列的补充試驗中，进一步說明了卵对环境有一定的要求，但是也有它的可塑性。从浸水补充試驗(2)里，可以清楚地看出，虽然在清水里浸漬了几天，但是对胚胎损害并不大，仅不过发育緩慢，一旦获得适宜的环境仍然可以发育成为正常的幼虫，表4也具体地指出了浸泡5昼夜的卵粒，孵化率仍然是100%，浸泡了22日还可以孵化出幼虫，并且即使一直浸泡在水中，胚胎也是在不断地成长，仅不过延緩減慢5倍，42.4%的卵粒还是长出了幼虫，当然在环境恶劣得超过了它的忍受能力的情况下，这些幼虫发育是不健康的，最后終致死亡。

至于浸水試驗似与前一土壤含水量試驗中的35%与40%两处理結果存在矛盾，其实质仍属一致。在前一試驗中的卵粒也稍略膨大和浸水的卵粒一样，不过因为最后終于腐烂，沒有孵出正常的幼虫，而作死亡統計故。

暴晒試驗相反地說明了另一問題，首先表明卵在干热的环境下很快的就会死去，經过暴晒10分鉀以上或虽然蔽蔭，但是由于干热空气的影响，25分鉀以后也同样如此。而其中已吸收水分膨大的卵粒死亡得比較慢些。由此也可看出卵对干燥还是有一定忍受能力的，只要失水不超过一半，卵的瘪凹程度在一半以下，色泽不轉暗，遇到适宜的环境仍会恢复生长发育。

同时必須指出，在最适湿度外的較干、較湿的适宜湿度范围内，卵期要比在最适宜的情况下为长，此长短当与具体湿度有关。并且在較干的条件下，卵膨大的程度要小些，孵出的幼虫虫体也較小，似乎不够健康，不甚活跃而易夭折。

通过这些試驗給我們提出了一种防治方法的理論根据，即在成虫产卵期間进行中耕暴卵可消灭此虫減少发生数量。同时在成虫产卵期間可根据天气的干旱、霪雨来預測明年的发生数量。不过这两点还得作进一步的研究才可运用。

除了湿度而外，溫度对卵也起着很大的作用，明显地影响着卵期的长短。从1957、1958年的观察中都說明了这个問題，在湿度适宜，一致的情况下，于6、7、8月間所产的卵粒，由于溫度的不同，卵期出现了7—11天不等的现象。如以1957年为例(見表7)，在6

月底所产之卵，卵期皆在 11 天，7 月上旬为 10 天，后期的仅 9 天，7 月中下旬的則短至 8 天，其中 20 号左右的卵粒因为气温最高只有 7 天。而从 1957、1958 两年的 17 份卵期的資料整理所得的表 8 看来，按照卵期內日平均气温总和的平均日温数，在 30℃ 以上的温度下卵期为 7 天，29—30℃ 为 8 天，卵期 9 天的是在 26.4—29.5℃ 之間，10 天为 26° 多，25—26℃ 則需 11 天。表現了卵期长短与气温成正相关，几为直綫上升趋势。

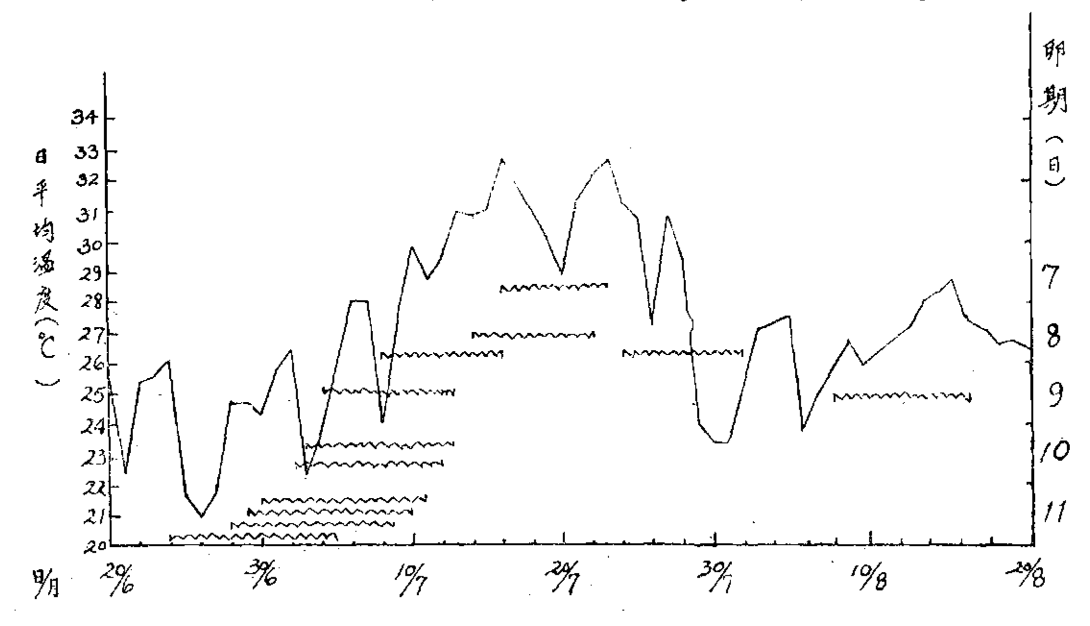


表 7 卵期与温度的关系

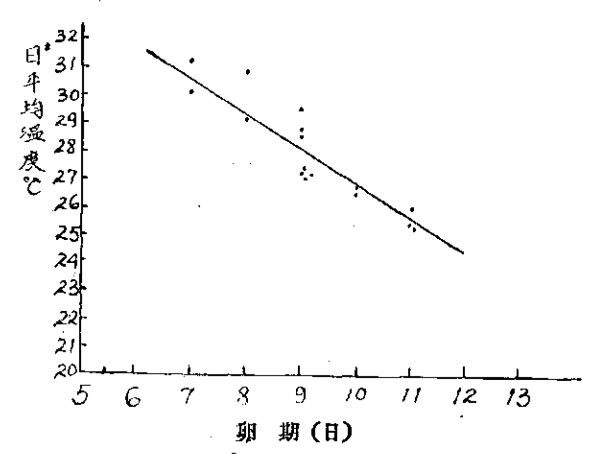


表 8 卵期与温度的相关情况

* 卵期內各日日平均溫度相加后的平均数。

(二) 幼虫期

刚孵化脫出卵壳的幼虫，皆作短暂休息，靜止蟄伏 30—45 分鐘方始爬行、鉆移，而更大的迁移活动还在孵化一日之后。幼虫初孵出全体呈乳白色，只上顎及下顎尖端为棕紅色，而后逐漸加深，半小时以后头足方由黄轉成黄褐色。

在普通适宜的温、湿度情况下，幼虫在土中的迁移并无一定方向，仅与寻找食料有关。

及至覓得食料丰富的場所，幼虫便停居下来，作环形活动筑成巢穴，栖息于其中。而在土穴里除去取食而外，平时很少活动，仅間或以头部后仰，抵住巢室，胸部肌肉收縮，使胸部向腹面上方拱起，腹部前移，再依靠腹背刚毛着土，头胸部得以向前伸移。幼虫在休息时，触角多由口器两侧下垂，3对胸足向前曲伸，虫体折合成"U"字形，腹面上下相接，头部上顎紧嵌于腹末肛門陷內，静止不动。常常当翻开土块仍可見到如此状态之虫体，使劲方可将头尾拉开（图 7）。但当騷扰触动后，卷縮的虫体便由腹部肌肉收縮，将头胸部昂起，經片刻才放下，而稍事移动后恢复静伏。

幼虫活动，当在土面爬行时，为将全体伸直摆平，依靠3对胸足爬行，同时触角向两側张开。如在土内鉆移，则触角伸向前方于靠近头壳处，乃以头足耙土，逐步鉆移。首先用头部由上向下后方耙动，同时上顎向外张开，在拨土过程中逐漸合攏向后，如是以将头前土粒拨向下后方，而当头部将行再次向上作第二次耙土时，第一对胸足便伸向头后繼續耙土向后拨动，中后足也依次进行，而且在胸足耙土的同时，腹前、中部收縮，略向上拱，致使尾端前移，至尾端定下着力时，中部肌肉松弛，使虫体得以向前呈波浪式推动，結合胸足耙土，而使体躯向前移动。

銅綠金龟子的幼虫和其他蠐螬一样，散居土中。由于散居的关系，在遇有其他昆虫甚至同种幼虫即行嚙咬以行自卫，在手中也常有咬手現象，尤以成长幼虫为最。过去称此現象为自相殘杀的习性，实質不然，为属独居习性自卫的表現。

幼虫在作物生长的温暖季节里，生活于土表2寸范围内，潛伏于作物根部四周，不断取食生长，只有当化蛹及越冬时，才行下移迁入土壤深层。但在牛馬粪堆內，即使是早春也常見有幼虫栖息于土面与粪块間的情形。越冬幼虫通常至下霜后，土表温度下降到10℃以下迁于6寸左右深处蟄伏冬眠，直至次年3月底4月初春暖土表温度上升后，再行回升表土。如1957年11月16日調查，当时天气溫暖，表土5厘米深处土温为15℃，因而幼虫仍然留在表土內为害麦苗，但当11月28日寒流侵袭，5厘米深处土溫下降至6.8℃幼虫才行下迁，到12月上旬全部蟄伏在6寸深层过冬。不过次春須待表土温度上升平隐后才行上移。在1958年3月19日調查中，5厘米处的土溫虽已达到11℃，幼虫仍在蟄伏中，直至3月29日才陆續升迁土表。幼虫在越冬阶段是不再取食的，因而腹部末端泥黑色減淡，仅呈隐現状，体色亦稍变黄，如临近化蛹前之色泽。

幼虫食性很杂，在很多作物田內发生，举凡林木、果树、蔬菜、作物及杂草均取食为害，仅不过嗜好程度不同而已。根据田間初步調查在幼虫阶段为害的植物計有6科8种，見表9。

幼虫在取食馬鈴薯、甘諸、芋等块茎、块根作物以及花生果时，属鉆蛀性为害，由于这些寄主被害部位較大，幼虫得以鉆入其中取食，不过自被害的甘諸、馬鈴薯来检查、虫孔亦仅半寸多深，从未見到深入中部为害的幼虫。而对小麦、大豆等作物的为害是取食其根部，小麦在幼苗期間，常因在土下接近根部的莖稈被咬断而枯黃，大豆的根部亦为其取食的对象。至于林木等幼苗如当年生茶苗亦属根莖被咬断而致地上部凋萎死亡，其他木本同为根部被害致死。

幼虫为害以春秋两季較为強烈，主要由于春季正是幼虫越冬后、化蛹前需要营养发育阶段，秋季是新的一代大力生长时期，同时春秋二季也是作物幼苗生长期，两方面的結合，

表 9　幼虫食害的寄主

科别	种类	学名	为害程度
茄科	馬鈴薯	*Solanum tuberosum* L.	+
旋花科	甘藷	*Ipomoea batatas* Lam.	+
天南星科	芋薯	*Colocasia antiquorum* Schott	+
豆科	大豆	*Glycine max* (L.) Merr.	+
禾本科	小麦	*Triticum sativum*	+
豆科	花生	*Arachia hypogaea*	++
山茶科	茶	*Thea sinensis* (L.) Sims.	++
禾本科	玉米	*Zea mays.* L.	+

便形成大害，也由于这一点在安徽各地銅綠金龟子的为害对象及程度各有不同。

由于幼虫对作物有好恶之分，因而不同作物的田間发生数量也不同，根据几次調查通常以馬鈴薯、甘藷、花生等田內最多，其他田块內比較少，不过以成虫不加取食的林木地最少，如桃园及法国梧桐苗圃等，而以幼虫嗜食的牛馬粪堆、拉圾堆下特别多，施用未腐熟厩粪肥田也比别的田块为盛。在土質方面則以沙壤土为最，粘壤土較少，可能是由于砂壤土便于幼虫活动潛行之故。

銅綠金龟子幼虫的粪便与朝鮮黑金龟子不同，在越冬前的三龄幼虫，排出的粪便呈长圓形，一般长軸×短軸在 4×1.7 毫米左右，而朝鮮黑金龟子同期幼虫粪便为圓筒形，显得粗短，大小为 2.5×1.5 毫米。粪便本身細膩光滑，表面微現凹凸不平，而以两端凹凸为甚，色泽如土，初排出的粪便因含水量較多，較土色略深，久后变浅、坚实，跌落不碎。

在幼虫阶段，于老熟期間曾发现一种蜂类天敌寄生致死。1958 年 6 月上旬在野外即发現有两只被寄生的幼虫，蜂子已在其体外結成蛹茧，蛹茧呈长圓形长約 1.5 厘米，寛約 0.5 厘米，黄褐色，絲質相当厚，由外看不出蛹体。不久曾羽化出一只成虫，但由于不愼遺失，可惜未能鑑别出种名。

（三）蛹期

幼虫老熟后便鉆入土壤深层准备化蛹，据野外多次調查 21 个蛹的化蛹深度各自 10.2—22.5 厘米不等，平均为 16.7 厘米。化蛹深度也与土壤湿度有关，一般在土壤湿潤时較浅，干燥情况下較深。蛹化于蛹室中，蛹室为长椭圓形，內壁光滑，长×寛在 2.3×0.8 厘米左右，横筑于土中，头稍下傾（图 8）。

老熟幼虫在化蛹之前食量逐漸減小，腹部末端泥黑色也漸減退，及至停食后仅隐約可見，同时腹部末节背面出現糾走皺紋，整个虫体逐漸縮短，停止了活动，腹部向上不再折曲，仅末端略向上弯轉（图 9）。而后漸次腹末皺紋加深，并且在两側凹癟成洼，不久便脫皮化蛹。如 7 号幼虫在 6 月 4 日取食正常，腹部末端尚呈浓泥黑色，至 5 号仅取食少量，泥黑色有所減淡，6 号未取食腹末泥黑色更行減退而隐現，7 日略取食，8—10 日未取食，体色未变，但末节背面开始癟凹，11 日略食，能爬行，12 日略食，腹末出現糾走浅紋，13 日未食皺紋加深，虫体腹面向上，虫体縮短，稍事弯曲不再爬动，14—16 日腹末糾皺加深，益行癟凹，末节呈半透明状，皮层下的虫体縮短半节，至 17 日上午 8 时便化蛹。各虫自停止爬动，腹面向上，体形縮短至化蛹，为时概在 3—5 天。

前蛹期中的幼虫，在脫去最后一次皮化蛹之前，体更縮短，整个儿近于伸直仅末端略

弯，而末端复由于虫体收縮，原体壁空癟，致折褶于体末，此外在腹部两側也随着蛹体的形成，使原有貫穿于腹部 8 对气孔間的縱走气管干，离开蛹体成为白色的带状，此时虫体已很少活动，有时仅作弓形反复伸縮，至最后中胸背面便因蛹体蠕动而沿背中綫縱向破裂，裂縫向前后伸展，一直破裂至头壳，且再沿头顱縫縱向裂开，迄至唇基为止，后方則达于末端近折褶处（图 10）。但是化出的蛹体并不脫离旧皮，且因老熟幼虫腹面向下匍匐化蛹之故，幼虫旧皮向上环抱恰好作为蛹体的保护壳，其后蛹体仅在壳內上下翻轉（图 11）。

初化蛹体为乳黄色，仅复眼色略暗，不久复眼、头胸部及附肢变成老黄而带有褐色，腹部顏色也稍加深。至第 3 日复眼顏色較头部他处为暗，此后逐漸加深。7 日后复眼已由暗褐色轉成黑色，翅足色泽也比过去深些。第 8 天翅足褐色成分更浓。第 9 天前胸背板开始現出綠色，綠色色素不断增加、鮮明，尤以两側为最，头胸及翅足的褐色成分也有所增加，特别是胸足轉暗，不久至第 10 天便羽化。

蛹期一般在 6 月上中旬，化蛹盛期为 10 天左右。但是蛹期的长短与溫度有着密切关系，常随气溫高低相对地短长。根据 1958 年統計，5 月 10 日所化之蛹需 20 多天才羽化，此后縮短至 14、11、10 天，在 6 月 20 日左右，因气溫最高更縮至 9 天（詳見表 10）。一般在蛹期內，日平均溫度在 27℃ 以上时蛹期为 9—10 天；25—27℃ 为 11 天；23—25℃ 为 14 天；22℃ 左右为 21 天；20℃ 則为 22 天。当然这仅是一近似数，因为蛹期內气溫高低

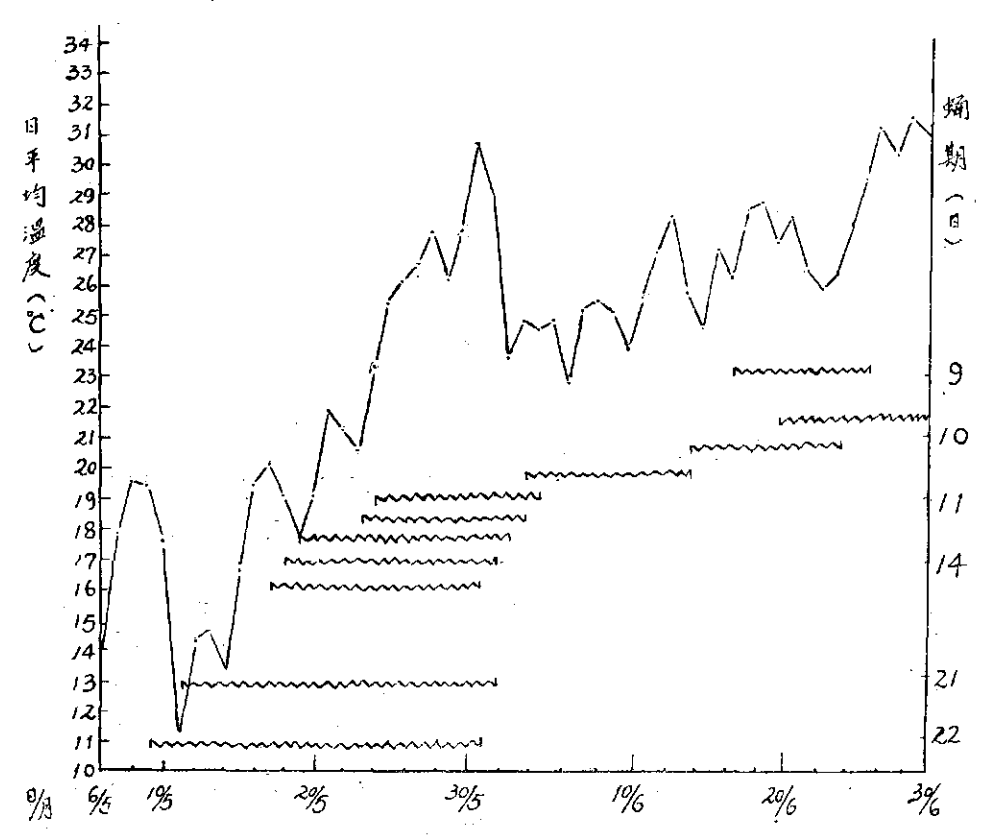


表 10 蛹期与氣溫的关系

变动也有关系，不过由表 11 可以看出随着温度升高蛹期縮短且成正相关，为成直綫上升的趋势。

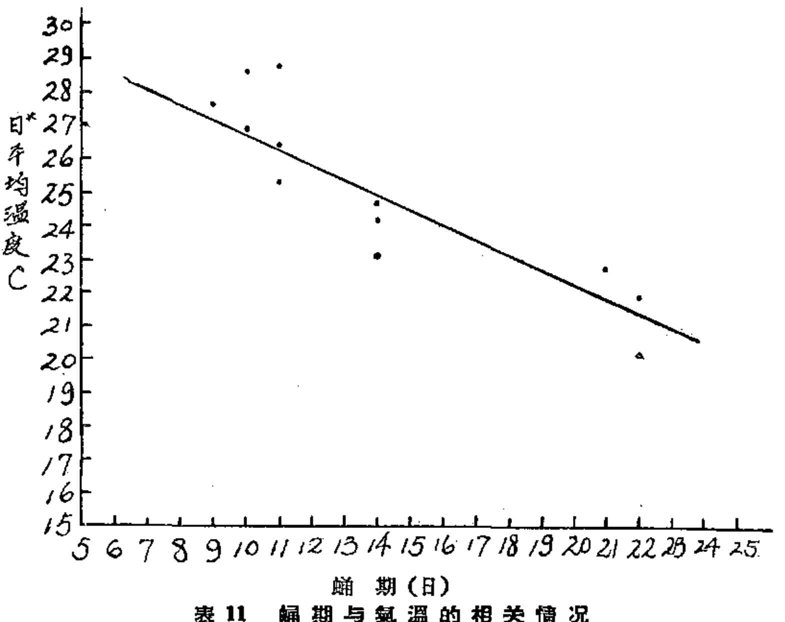


表 11　蛹期与氣溫的相关情况

* 蛹期內各日日平均溫度相加后的平均数。

（四）成虫期

由蛹羽化出成虫，同样为自蛹壳背面开裂，首先脱出头、胸部，而当前半部脱出后，便借着前中足向前爬行，后足曲向腹背环抱向后抹动，以使腹部脱离蛹壳。通常自蛹壳破裂至成虫完全脱出为止，需时 10 分鐘左右。

刚羽化的成虫，常由体內排出蛹体成长过程中废余的体液——蛹便，此种体液由于粘和的关系每每結成珠状。而以虫体来說，初羽化的成虫头部、前胸背板、小盾板以及胸足在色泽及形态上皆属正常，惟有腹部胀大以至鞘翅显得相对短小，只达腹部腹面第 4 节的背板末端，同时前翅色浅白，后翅露于前翅之下。其后，成虫腹部逐漸收小，經 10 分鐘鞘翅开始隐現出淡綠色光彩，25 分鐘后，后翅展平，但其上仍有水珠，直至 1 小时后方才干燥。再經历 2 小时后翅全部收置于鞘翅下，而羽化后至第 4 小时腹部收縮近于正常，仅有 2 节露出鞘翅之外。与此同时，前翅的顏色也逐漸加深轉变，由淡黃褐泛現出靑綠色，逐漸綠色加深，8 小时后接近于成虫。前胸背板、小盾板綠色也变鮮艳，至 9 小时已与成虫无甚差异，12 小时后在鞘翅末端仅見到腹部一节多。

成虫羽化脫下的蛹壳仍遺留于化蛹时脫下的幼虫皮壳內，垫于体下，而羽化出的成虫也暫时蟄伏于其中不动，仅不时用前足拨动口器，后足抹擦末端，直至羽化 5 小时后才能迁移，但是此为在亮光下观察的現象，是由于环境不相宜而鉆入土中的結果，如原先在土中化蛹羽化的成虫則活动較迟，大多在 2、3 天之后才爬离蛹壳，再过 2、3 天开始取食。不过也常受到温度的影响，往往早期羽化的成虫，活动及开始取食的时間距离羽化期要长些。

銅綠金龟子和其他金龟子一样是在夜間活动，白天蟄伏于土表。成虫每晚当太阳降落至地平綫以下，即开始鉆出泥土，但是此时还相当明亮，因而鉆出的成虫并不立即飞往

寄主,仅不时将前翅张开,后翅振动于原地飞扑,或打圈轉,似行整理四翅,随后作短距离2—3尺远的飞翔,通过这些准备动作,便静止等待直至天黑,才飞往嗜好的寄主,此时靜立于田野間、常可听到惊空而过的嗡嗡飞翔声。聚集于寄主上的成虫交尾、取食一直活动到次晨,当天色朦亮50米內隐約可見,方大批离开寄主,飞回四周土中蟄伏潛藏。迄至太阳将出地面之前已是絕迹。这一行为皆在很短的时間內完成,足見此虫对光綫具有強烈的敏感性。而根据照度計的測定,北京时間(6月中旬)19点15分太阳降至地平綫下,光照強度为650米烛光,是成虫开始出土活动时間,19点30分照度60米烛光,开始飞向寄主,迄至大肆活动向寄主迁移则在19点38分15米烛光时。次晨4时15分为大量飞回表土潛伏时間,此时光照強度还在0米烛光,而至4时40分5米烛光时,留在树上的成虫已是少数,当光強增至305米烛光太阳将露出地面时,寄主上已找不到銅綠金龟子,全部轉入土下了。由此可以看出成虫活动光度是在60米烛光以下,并以0度以下为最适宜。

此外,我們曾将成虫在室內进行了試驗,发現飼养在盛有半玻璃方缸土壤(大型玻缸),土表插置枫楊树叶环境下的成虫,由于玻缸放置于不透光的木板橱內,即使在白天也經常发現成虫栖息于土表树叶之上,有时更行取食。但是一旦把橱門打开,不久成虫便鉆入土中,当然也有些成虫当取食飽餐之后,虽然隱藏仍然潛伏于土表树叶之下,或表土之內。这些也說明成虫白天所以潛伏土中,其中很大原因是由于強光刺激所致;另一方面也說明成虫有趋触性,飽食休息期間喜欢接触它物隐藏。

白天成虫隐藏的場所,多在表土1、2寸范围內,且喜在草根下,也有少数即潛伏于土表叶片或其他可隐避之处(参閱表14)。在土中的成虫头部斜向土面,散居。而成虫入土则用前足交換,将头前土粒耙开,逐漸鉆入。

成虫在夜間活动期間,首先进行交尾,其后才是取食。而每晚雌虫起飞后径直飞上树叶,稍行移动择好位置便行靜止,等待雄虫。雌虫在等待期間必将两后足在腹部两側反轉向上,跗节更向上蹺起,并且不时用上蹺的跗节环抱腹背向后拂撫,至肛門为止,有时腹部末端也蹺向上方,大有等待之意。雄虫飞来后,先在树木四周匝繞寻覓雌虫,或停下四处爬行寻找,不遇再行飞迁,一旦覓得对象,立即爬上雌虫体背,伸出阳具,同时腹末引伸而向下弯曲,使得阳具轉向下前方,用以触动雌体以求結合,而在雄虫爬登雌背时,雌虫便用后足蹬动,将腹部末端时时弹起且张开,俾便接納阳具,經雌雄虫多次調整姿势,不久終于結合,呈二重式交尾,雄虫抱伏于雌虫上后方(图12)。在交尾期間雌虫靜伏不动,后足放下,但触角伸出,时加摆动,雄虫则常有左右摆动,或因下滑而有上爬以行重抱之动作,前中足或作撫摸状,平息时触角不伸出,仍縮于头下,經半小时后交尾結束。雄虫即爬上雌体背面,雌虫略行騷动便平息,再过2、3分鈡雄虫离开雌体,四处爬动形似不安,而后迁于他叶或飞去他树,雌虫则就近开始取食。

雌虫在交尾期間一般不动也不取食,但偶而有遇匍伏叶緣的机会,即行餐取。如在交尾期間,雌虫沒有找到对象通常径直停伏不动,后足蹺起靜待雄虫来临,直到交尾时間过去,大多进入取食阶段,方才收下后足一同取食。至于雄虫则不断四处找寻对象。在交尾期間偶而也可見到雄虫成为第三者向正在交尾中的虫体爬去,此时雌虫便以后足弹踢加以驅逐。而在自然情况下,一般雌虫夜晚飞往寄主似較雄虫为早;很少見到沒有交尾的雄虫,在等待交尾中的雌虫则累見不鮮。可能由于雌虫发生数量多于雄虫之故。

交尾多在嗜食的寄主上进行，但是每每在并非食料的桃树上，或在可选择情况下不加取食的杏、梨等树上也可見到个别交尾的虫体，同时交尾的成虫匍伏位置也不一定，或在叶梗、或在叶面甚至至叶背，可見成虫的交尾場所并不十分严格。正在交尾中的雌雄体通常結合很牢，虽用手摘取也不致拆散。

成虫交尾时間經許多次观察，大多在半小时左右，晚7时半以后开始交尾，8时前是交尾盛期，随后逐漸散离，过了8时1刻便很难找到交尾的虫体，此时已全部进入取食阶段。而在取食阶段成虫也很少飞迁，直达天明。成虫取食大多停駐于叶背；也有爬伏于叶面者，二者皆自叶緣开始，头部安于缺刻之上略为偏斜，以一上顎跨越叶緣，另一在内緣以行取食。向叶片中央嚙咬，致使叶片形成缺刻、或呈不規則的曲带状；严重时仅剩下叶片主脉，整个植株光秃（图13）。而在取食期間当大量发生时嗤嗤有声，树下遍布黑色粪便，一夜功夫便可将树叶吃光，造成严重的危害。取食时在可能条件下，常选择一人多高的植株落下，树冠突出的枝条首先被害，但在有风之日常避向背风的一面，树梢上則很少停留。

成虫交尾、取食等活动与风雨有关，在大风大雨期間或大雨之后成虫很少出現，当蒲福氏风級达3級以上，活动的虫数便显著的減少，仅在小雨时或大雨后有少数活动，大雨成虫便絕迹。又温度低落也会影响成虫外出，当温度降低至22℃成虫便不活跃，而以天气晴朗无风，或悶热之夜成虫活动最盛。

銅綠金龟子在成虫阶段，因需要不断补充营养，因而和幼虫一样給作物带来巨大的損害，并且在合肥地区危害胜过幼虫，成为林木的大害虫。成虫的食料是很广泛的，根据室外調查和室内飼养試驗发現有下列科种（表12）。

表12　成虫取食植物的种类

科名	种名	学名	嗜好程度
蔷薇科	苹果	*Malus prunifolia*	+++
蔷薇科	梨	*Pyrus serotina* Rehd.	++
蔷薇科	杏	*Pyrus armeniaca* L.	+
胡桃科	枫楊	*Pterocarya stenoptera* DC.	+++
楊柳科	白楊	*Populus tomentosa* Carr.	++
楊柳科	柳	*Salix babylonica* L.	+
榆科	榆	*Ulmus pumila* L.	+
紫葳科	梓	*Catalpa ovata* Don.	+
殼斗科	櫟	*Quercus acutissima* Carr.	+
苦木科	臭椿	*Ailanthus altissima* Swingle	+
法国梧桐科	法国梧桐	*Platanus orientalis* L.	+
葡萄科	葡萄	*Vitis vinifera* L.	++
大戟科	蓖麻	*Ricinus communis* L.	+
大戟科	烏桕	*Sapium sebiferum* Roxb.	+
大戟科	重阳木	*Bischofia trifoliata* Hook.	+
禾本科	玉米	*Zea mays* L.	+

在自然情况下，首先取食苹果及枫楊，其次为害葡萄及白楊，在这些作物缺少的地区，梨也是为害的对象，在合肥地带这些树木每年皆需进行防治。

成虫自羽化后5、6天开始，直至死亡前夕为止，不断取食。在此期間除去偶而間或出現一天不食外，其他仅不过日食量有大小不同而已。一般成虫的食量很大，据10头成虫

14 天平均統計，在飼养楓楊树叶情况下，每天要取食 0.39 张中等大小的叶片，一夜間一只最多能吃掉 1 张叶片。又据飼养統計，一头成虫自羽化至死亡要消費 12.5 片中型枫楊树叶。因此在适宜于生长的地区，当大发生时，給果园及苗圃带来的災害及凶猛情况，有如秋风扫落叶，可与蝗虫相比。

此种成虫具有強烈的慕光性，一見灯火便飞向扑往，因而在蚌埠及淮北农民称为瞎碰，合肥以打灯虫名之。但成虫趋向灯火經数次观察，每晚始自 8 时 10 分之后，亦即交尾之后，在此以前，虽将誘虫灯点起，从未見到有虫飞来。这一点在使用灯火誘杀中須得注意，燃点不宜过早。

由誘虫灯誘得的成虫經分析，雌虫数量皆多于雄虫，有时竟多至数倍，如以 1958 年 6 月 21 日至 7 月 5 日資料为例，便可説明（見表 13）。

表 13　誘虫燈下雌雄性比

日期(日/月) 性别 虫数	21/6	22	23	24	25	26	27	28	29	30	2/7	3	4	5	总和
雌　虫	67	3	24	40	19	15	24	5	11	3	1	41	19	12	284
雄　虫	18	2	12	14	8	7	8	3	4	—	1	34	13	9	133

根据这一資料，以及在傍晚成虫交尾期間进行观察，經常見到等待交尾的雌虫，同时由室內飼育中得到的 17 只成虫，雌雄性比为 11:6 看来，发生的成虫似以雌性为多，且可能多至一倍，具体比例当还須进一步考察。

此虫也有伪死性，用手触动卽会假死落地，如果突然猛烈摇震树干，也会使其跌落。落地后的成虫，通常要翻轉身体，稍事爬行，然后飞脫，因而在人工捕捉防治中，可以采用震落法結合脚踏消灭以提高效率。

根据飼养观察，成虫羽化后要經过一个多星期才行交尾，交尾后隔 2、3 日开始产卵。成虫一生交尾多次，至少在 2 次以上，如在飼养的 12 对成虫中，一般交尾卽达 2 次，其中有一对 3 次。但在很多天內，因为其他原因沒有經常观察，致飼养的成虫不能作为最可靠的資料。而由已知成虫交尾 2 次 3 次以及在間隔第一次交尾 20 天后，仍发現有一雌虫作期待交尾的姿势，因此可推测为多次。从已有資料看来，各次間隔天数概无一定，可以概括認为集中在成虫生育阶段的中期以前。

至于产卵各日的分布也不均匀，連續产或間息产、有多有少，不过从整个生育期看来，各产卵高峯之間必隔一定时日。卵的形成在腹部腹面很容易看到，一羽化不久的成虫由腹面透視，最初可見腹內充滿白色脂肪，仅在腹末两节中部脂肪体較少、色暗。但漸漸在腹末缺少脂肪部位的两側現出卵粒，而后向前发展，推及全面，此时卽近产卵期，也可說在产卵之前可見到滿腹皆卵。卵多量产出之后，腹部前方两側及腹緣部分便又現出空档，此时产卵量显著減少，甚至不产，数日后当补充了营养复又再次見到腹部为卵所充满，卽出現第 2 次产卵高峯，如是进展下去，直至最后一次低潮，产完最后一卵而死。但一般高峯仅出現 2 次，亦有 3 次者，在初期及后期产卵皆少，卵一旦产完雌虫便行死去。如以 5 号雌虫为例：6 月 12 日羽化，与 3 只采自野外的雄虫合飼，6 月 20 日交尾；6 月 23 日发現腹內

充满卵粒，幷产卵 10 枚；6 月 24 日又产卵 10 枚，腹內卵粒不見，腹部前方两側及中央現出空挡，夜又交尾；6 月 25 日产 3 卵；6 月 26 日在腹部前方两側內除有大块脂肪层外，隐隐現出卵粒，产 2 枚；6 月 27 日腹內复又被不明显的卵粒所充塞，未产卵；6 月 29 日产 2 枚；6 月 30 日产 2 枚；7 月 1 日产卵 8 枚，腹內現出块状白斑不見卵粒；7 月 3 日产 2 卵；7 月 4 日—7 月 7 日未产卵，腹內出現白色脂肪体，卵不明显；7 月 8 日产 8 卵，又現花斑；7 月 9 日产 5 枚；7 月 10 日产 4 卵；7 月 12 日产 1 枚，腹部前方大部空竭，仅可隐見一些小卵；7 月 13 日产卵 1 枚；7 月 14 日产 5 卵；7 月 15 日产 2 卵；7 月 16 日雌虫死亡。

成虫产卵数多少不等，每一雌虫一生产卵概自 22—82 枚。据飼养的 12 对成虫考察，大多在 50—60 枚左右。此数当与食料、土壤湿度有关。而在飼养过程中曾有 9 对成虫，由于玻缸內土壤比較干燥，含水量約在 5—10% 之間，致使成虫虽早已满腹是卵，因为环境不适宜而未产出，直至交尾后第 14 天噴上水分，使含水量达到 15% 左右，方才产卵，随着加水而形成产卵高峯。所以土壤干湿对成虫产卵也有很大的影响。

卵为散产，产卵深度多在 6 厘米上下，笔者曾作过試驗，采用飼育方法中所述的瓦缸进行飼育观察，放飼多对雌雄虫，幷种植杂草，土壤湿潤中等，检查結果如表 14。

表 14 成虫潛伏及産卵深度

土层深度（厘米）	草棵下方		草棵四周	
	成虫数	卵数(枚)	成虫数	卵数(枚)
1—3	多	6	少	无
3—6	多	43	較多	6
6—10	少	31	少	20
10—15	个別	5	个別	10
15—20	无	无	无	1

由此也可看出产卵場所与成虫白天潛伏处所有关，同样以草下为多，而在草根之外或因土近缸壁缺少隐蔽、土壤較干，因而成虫及卵皆較少，即有也比草下为深。

表 15 雌雄成虫寿命情况

性別	編号	羽化日期	死亡日期	寿命	平均
♂	1	4/Ⅵ	6/Ⅶ	32	30.8 日
	2	14/Ⅵ	20/Ⅶ	36	
	3	12/Ⅵ	15/Ⅶ	33	
	4	22/Ⅵ	14/Ⅶ	22	
♀	1	30/Ⅵ	24/Ⅶ	25	37.6 日
	2	3/Ⅵ	1/Ⅶ	28	
	3	31/Ⅵ	15/Ⅶ	45	
	4	14/Ⅵ	21/Ⅶ	37	
	5	12/Ⅵ	16/Ⅶ	34	
	6	9/Ⅵ	23/Ⅶ	44	
	7	8/Ⅵ	28/Ⅶ	50	

在产卵中偶而也曾見到个别卵粒卽产于土表树叶下。也曾发現少数不正常的长形卵,此种卵粒經过精細培养,成活率仍然不高,在12卵中仅孵出幼虫7头,可能有些由于沒有充分成熟之故。此外在单飼的成虫中,3号成虫在羽化后21天未經交尾产出2卵,此卵外形且正常,但虽經培养終因沒有受精迄未膨大,一週后卵色轉暗死去。

成虫寿命很长,可活一个多月,最长的达到50天。根据单飼7只雌虫4只雄虫观察,一般說雄虫寿命較短,雌虫較长,雄虫經过几次交尾后卽行死去,雌虫当产完最后一卵才結束其生命。

六、生 活 史

生活史的研究,曾采取室內飼养与田間調查、实地观察,并佐助以誘虫灯管理,提供成虫发生資料。根据二年来的飼养、調查,四年的誘虫灯記录,已查清了銅綠金龟子的生活史,可以肯定在安徽一年发生一代,以幼虫越冬。

从1955、1956、1957、1958四年誘虫灯所誘結果看来,成虫出現期最早始自5月下旬,終見于8月上旬,前后延綿最长达80天之久,而以6月中旬为其盛发为害猖獗期。其发生情况如表16。

表16 成 虫 發 生 情 况

年份	初見期	盛发期	終見期	备註
1955	9/Ⅵ		7/Ⅷ	本年成虫盛发期缺乏統計
1956	12/Ⅵ*	10/Ⅵ—20/Ⅵ	10/Ⅷ	* 6月上旬經常下雨5—11日未开誘虫灯,可能实际发生日期要較早些,果园卽自6号开始防治
1957	20/Ⅴ	13/Ⅵ—24/Ⅵ	16/Ⅷ*	* 誘虫灯中終見期为10/Ⅷ,16/Ⅷ为室內飼养成虫終見期
1958	30/Ⅴ	10/Ⅵ—21/Ⅵ	29/Ⅶ*	* 29/Ⅶ为室內飼养成虫終見期,誘虫灯仅点至5/Ⅶ

卵的出現期和成虫期相仿,由成虫期向后順延卽是。初現期乃为成虫羽化初期加上产卵前期,終見期則为成虫終見期加上卵期。不过在成虫初发期間,由于气温低,蟄伏、取食、交尾、产卵皆較盛发期为长,因而卵的出現期要較迟些。关于这一問題沒有进行实际考查,仅有1957年一点記載,是年成虫在誘虫灯中的終見期为8月10日,室內飼养的最后一只成虫的死亡日期是8月16日,8月20日最后一卵孵化,結束了当年卵的出現期。

幼虫期很长,前后参差几乎全年皆可見到。据1958年田間調查,至6月1日还見到个别老熟幼虫,直到6月11日才行絕迹(在此2次之間沒有再行調查)。而在室內最后一只幼虫的化蛹日期是6月20日,但曾发現数只直至7月15日仍然沒有化蛹,当属不正常現象不久死去。

幼虫全期共分3龄,除去少数以2龄过冬而外,絕大多数以3龄幼虫冬眠,来年5月化蛹。在此3龄間,且以第3龄龄期最长,几有9个月之久,1龄与2龄不到一月,詳細情况見1957—1958年飼养結果,如表18。

幼虫在飼养期中,由于不便逐日检查,一般要隔10天才检查一次,但在第1次脫皮預

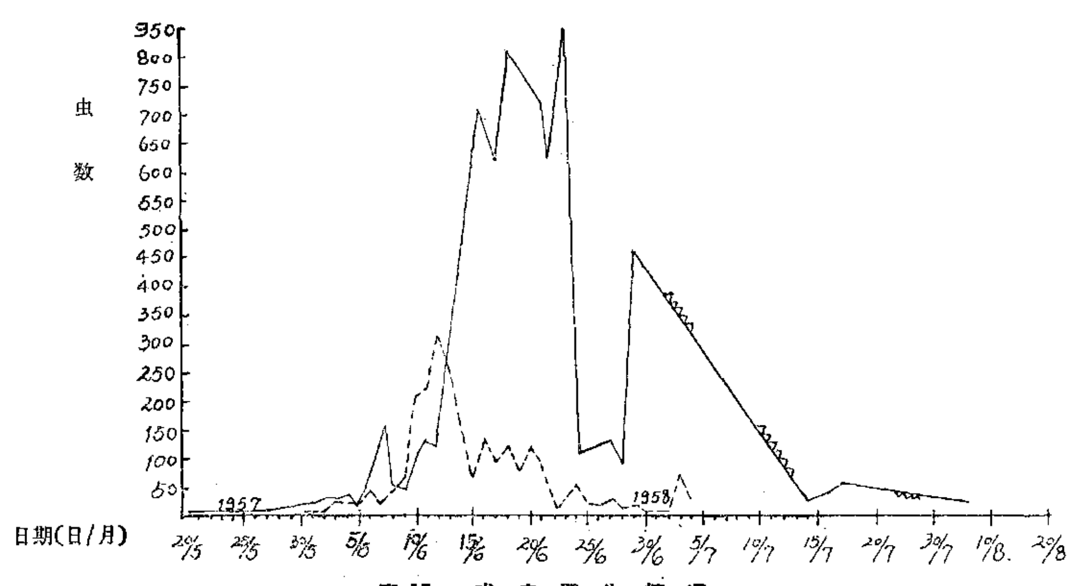


表 17　成虫發生情况

註：╱╲╱╲╱╲ 为阴雨、停电等原因，誘虫灯未开。

表 18　銅綠金龜子飼养結果 (1957—1958 年)

編号	产卵日期	孵化日期	第 1 次脫皮期	第 2 次脫皮期	化蛹期	备註
A_1	1/Ⅶ	12/Ⅶ	28/Ⅶ	24/Ⅷ	24/Ⅴ	
A_2	1/Ⅶ	12/Ⅶ	2/Ⅷ	2/Ⅸ	26/Ⅴ	
A_4	1/Ⅶ	12/Ⅶ	2/Ⅷ			夭折
A_5	1/Ⅶ	12/Ⅶ	2/Ⅷ			夭折
A_6	1/Ⅶ	12/Ⅶ	20/Ⅷ	3/Ⅸ	19/Ⅴ	在 8 月 8 日前后，曾因环境不宜，生长迟緩致影响第一次脫皮期
A_7	1/Ⅶ	12/Ⅶ	2/Ⅷ			夭折
A_8	1/Ⅶ	12/Ⅶ	2/Ⅷ	3/Ⅸ		夭折
B_1	24/Ⅵ	5/Ⅶ	28/Ⅶ	24/Ⅷ	18/Ⅴ	夭折
B_2	24/Ⅵ	5/Ⅶ	28/Ⅶ	12/Ⅸ	2/Ⅵ	
B_4	24/Ⅵ	4/Ⅶ	24/Ⅷ			8 月 8 日檢查发現不活潑，当时换了新土此后好轉，終于夭折
C	28/Ⅵ	9/Ⅶ	28/Ⅶ	3/Ⅸ	25/Ⅴ	

計期間，通常只隔 3—4 日，因此表中所列第 1 次脫皮期較为接近实际，第 2 次則較差。根据这一資料看来，第 1 龄幼虫期概在 16—23 天，大多为 20 天，个别最长的达到 50 天，可能由于环境不适宜之故。第 2 龄期較第 1 龄期为长，自 13—35 天不等，平均为 28 天。第 3 龄幼虫期則更长，多在 265 天上下。

这一情况与野外調查也相符合，1958 年 9 月 3 日获得 3 只幼虫，其中 1 只 3 龄，2 只 2 龄；至 10 月 5 日几乎已全为 3 龄幼虫。

这里也說明了銅綠金龟子絕大多数以 3 龄幼虫越冬，仅个别为 2 龄。如 1957 年年底調查了 30 头幼虫，其中仅 1 只 2 龄，其他皆是 3 龄。

蛹的出現期，根据 1958 年室外調查：5 月 12 日挖得幼虫 8 只，无一化蛹；5 月 20 日挖得 6 只幼虫、1 只蛹，且在 6 只幼虫中有一幼虫已筑蛹室进入前蛹期；6 月 1 日挖得的 5 只中为 4 蛹 1 幼虫；6 月 11 日調查則挖到成虫 10 只、蛹 4 只，沒有見到幼虫；至 6 月

16日再次挖掘时，仅发現5只蛹壳，成虫已迁移活动不見，只有一成虫潛伏于土表2.5厘米深处，同时在另一地点检查，获得尚未离开化蛹場所的成虫3只，一只蛹壳。从这些調查結果看来，在野外蛹期是出現在5月中下旬至6月中旬。至于室內則因环境条件的变更，在1958年最早一蛹見于5月9日，6月30日羽化出最后一只成虫，整个幅度要比室外为长，而达50天之久。不过从誘虫灯中成虫发生起迄日期看来，室內資料可作参考，因为成虫在早期羽化后可能由于天气較冷之故，一时并不出土活动，蛰伏期要比以后的为长，如5月9日化蛹之虫，成虫直至6月2日方爬出土面，5月11日化蛹的也同样如此，而5月23日化蛹、6月3日羽化的銅綠金龟子，5日便爬上土面活动。同时室內飼养最早化蛹的幼虫是4月份采自田間的老熟幼虫。如是說来，在自然情况下蛹期可能是5月上旬——6月下旬，而以5月底6月初为盛发期。

按照上列各虫期出现情况，可得出下列生活史式：

$$\frac{VI_a \cdot VIII_m - VI_m, \cdot VI_m}{V_a \cdot VI_p + V_m \cdot VIII_m}$$

七、防 治 方 法

銅綠金龟子在合肥地区仅以成虫期为害树木很严重，因而只針对防治成虫，进行了一些試驗。

（一）药剂防治

1957年在銅綠金龟子成虫大发生期間（6月10日），曾进行了多种药剂防治試驗，經过情况及結果如下：

1. 方法 采取在20余亩的苹果园內，分区噴药試驗，每区一处理。由于每一区有果树45株，自然条件相似，因此試驗沒有重复。噴药是采取一般大田防治药剂噴射的方式及用量，唯有在噴射*666*粉剂时，由于天气干燥曾先噴水后噴药，使药易于附着叶片。噴后每晚于11时前后，等待成虫已大量取食开始中毒时，每一处理选一适当果树，将树上树下已中毒或药效尚未发足的金龟子全部收集起来，带回室內継續飼养以新鮮无药树叶，逐日統計死亡情况，至第4天为止。

2. 处理

(1) *E605*：浓度1/8000（按有效成分計算），水144斤加原剂17 cc；
(2) *E605*：浓度1/4000（按有效成分計算），水110斤加原剂29.5 cc；
(3) *1059*：浓度1/8000（按有效成分計算），水110斤加原剂13.75 cc；
(4) *1059*：浓度1/4000（按有效成分計算），水110斤加原剂27.5 cc；
(5) *666*液用：浓度γ 6% 可湿性*666* 200倍液（按加水倍数計算），水200斤，药1斤，
(6) *666*粉用：浓度0.5% γ *666*粉剂，噴散叶面药粉积留成一薄层；
(7) DDT液用：浓度25%二二三乳剂300倍液，水300斤，药液1斤；
(8) DDT液用：浓度25%二二三乳剂200倍液，水200斤，药液1斤；
(9) 对照。

3. 結果 （見表19）

从这一結果可以說明在这4种药剂中，以二二三乳剂的防治效果最好，药效可維持一

表 19　藥剂防治成虫試驗結果

药效統計日期 / 死亡虫数 / 处理	当日			第 2 天			第 3 天			第 4 天			第 5 天			第 6 天			第 7 天		
	捉虫	死虫	死虫率 %	捉虫	死虫	死虫率 %	捉虫	死虫	死虫率 %	捉虫	死虫	死虫率 %	捉虫	死虫	死虫率 %	捉虫	死虫	死虫率 %	捉虫	死虫	死虫率 %
(1) *E605* (1/8000)	74	59	79.7	185	51	27.5	46	3	6.5	4	0	0	11	0	0						
(2) *E605* (1/4000)	47	42	89.4	24	20	83.3	3	2	66.6	2	0	0	10	0	0						
(3) *1059* (1/8000)	43	13	30.23	40	3	7.5	8	6	75	11	0	0	25	0	0						
(4) *1059* (1/4000)	45	37	82.2	33	1	3.03	19	7	36.8	3	0	0	22	0	0						
(5) 6%/666 (200倍液)	102	70	68.6	11	3	27.3	32	4	12.5	—	—	—	4	0	0						
(6) 0.5%/666 (粉用)	8	6	75	11	2	22.2	1	1	100	1	0	0	68	1	1.5						
(7) 25%二二三乳剂 (300倍液)	21	20	95.2	8	5	62.5	8	2	25	51	32	78.4	24	17	70.8				13	6	46.2
(8) 25%二二三乳剂 (200倍液)	65	65	100	1	1	100	11	11	100	58	56	96.6	59	56	94.9						
(9) 对照	36	0	0	54	0	0	28	0	0	73	0	0	61	2	3.3				26	1	3.8

週左右，其他 3 种相当差，达到防治要求的毒力几只有一天，到第 2 天的杀虫率便降低至 30%以下，只有 1/4000 的 *E605* 液可起較大的杀虫作用 3 天。由此看来 *E605*、*1059*、*666* 对此种金龟子皆沒有防治应用价值。而根据几年来我院果园的实际防治經驗，也認为二二三乳剂可运用到实际防治中去，但为了更好地防止損害起見，应于成虫发生期中，每隔 3—4 天噴葯一次，并且最好在晚間金龟子活动时間噴射，可以很快的杀死。据观察 DDT 对銅綠金龟子还带有一点忌避作用，噴过 DDT 的果树停息虫数較少。

为了防止众多的金龟子侵害果园林木，我們曾拟使用忌避剂，并做了下列一些对其他金龟子、昆虫有效的葯剂試驗：

1. 波尔多砷酸鈣液：硫酸銅 6 克、生石灰 6 克、水 750 cc、砷酸鈣 4 克；

2. 明矾液：明矾 7 克、生石灰 18 克、水 750 cc；

3. 蓖麻油乳剂：蓖麻油 3 cc、肥皂 1.5 克、石硷 2.4 克、水 750 cc。

以上各剂于 1958 年 6 月 15 日配制后分别噴于 1—2 株虫子出入最多的苹果树上，当晚实地观察，結果皆无作用，侵害的虫口数量不低于其他苹果树。

（二）薰烟防治

1957 年 6 月 13 日，在果园苗圃內曾进行了薰烟防治試驗，結果效果良好。是晚 7 时 40 分左右，当成虫开始侵入苗圃或飞上寄主为害期間，先用草把点火后盖麦芒悶火薰烟，在 2 亩多地的田头上风共堆設了寬 2 尺的長形草堆 4 个，致使整个苗圃烟雾弥漫，結果当天金龟子沒有侵入，早期飞来并在交尾的一小部分金龟子也陆續被烟薰走，至 8 时 5 分检查已被驅除一光。

根据以上試驗，薰烟是可以作为防治方法之一，用来防止銅綠金龟子侵入为害。而在成虫盛发期的傍晚，自 7 时半至 8 时半成虫飞迁活动期間，采用青草、枯草或其他杂物堆起薰烟，使果园、林木整个沉浸于烟雾里，可以制止金龟子飞入，或驅除离开，这一方法要比噴葯、人工捕捉节省人力、节約葯品及費用。不过薰烟也有它的缺点，在无风之日烟径直上升冲向天空，风大之时易被吹散。在这些情况下唯有多設烟堆以弥补。同时一般在大风时成虫很少出土活动。而这些問題在树龄較大，枝干相接的果园中，利用树冠自然郁閉也易于解决。

（三）人工捕捉

此为无法中的防治办法，适用于矮小的苗木幼树。每晚可在成虫活动期間徒手捕捉，用手順着枝叶向尖梢抹，抹下的金龟子放入可密閉的容器中，集中毁灭。幼树甚至可用麻袋自上套下，抖落于袋内，加以集中消除。也可提一灯籠猛然震动树木枝干，利用金龟子的伪死性，用脚把墜落地面的金龟子踏死，灯籠一方面可以照明，另一方面未及踏死的虫体由于見到灯光，会在灯火四周低飞盘旋，还可借碰撞灯罩跌倒地面的时机踩杀。过去我院果园即利用人工防治，每年捕捉掉成百斤的金龟子，基本上保护了苹果树的被害。

（四）火堆誘杀

夜晚 8 时以后，当成虫交尾結束趋向灯火时，在田边地头空隙地上，每隔 30—50 米燃烧一堆烈火，可以誘杀不少金龟子成虫，四周成虫会因火光引誘自投身死。如果在火堆誘杀的同时再輔助人为騷扰，提取竹竿至林木中打动枝干，惊扰栖息的虫子，效果当更为良好。我院林場苗圃即經常采用这一方法来保护苗木。

（五）中耕暴卵

根据銅綠金龟子的卵粒在暴晒情况下或干热环境中，很快便会失去生命的試驗結果，于可能条件下，在成虫产卵期間經常中耕，可以消灭不少虫卵，減少发生数量。中耕宜耕深2寸多，可每隔7—10天一次，共耕鋤2—3次。

此外幼虫嗜好厩肥、垃圾、成虫常趋往产卵，因而在成虫产卵期間可設肥堆引誘成虫产卵，以便集中消灭。当然另一方面在成虫发生期間也得考虑施肥問題，避免成虫趋集产卵、幼虫危害作物。

最后为了消灭銅綠金龟子，还得使用綜合防治方法，如*666*毒谷、毒餌、毒土等以消灭幼虫。同时預期地研究在田园实行三三制以后，在广大的林木栽培区內，如何消灭此种害虫也是完全必要的。

摘　　要

1. 銅綠金龟子属鞘翅目、金龟子总科、丽金龟子科 Rutelidae，学名 *Anomala corpulenta* Motschulsky。

2. 此虫在安徽各地几乎皆有分布。合肥地区主要以成虫为害苹果、楓楊、白楊等树树叶，損害猛烈，每年必須加以防治，否則将被傾食一光，影响生长、減少果产。

3. 銅綠金龟子一年发生一代，以幼虫越冬。次年5月上中旬开始化蛹。成虫盛发期在6月中旬，但前后延綿近3月之久。孵化的幼虫經2次脫皮，于9月生长成3龄，即以3龄幼虫潛伏于表土下6寸左右深处过冬。

4. 成虫白天潛伏于表土內，傍晚太阳下山开始活动，7时半左右光綫減弱至60米烛光以下便飞往寄主上交尾，交尾时間长达半小时。8时以后开始取食，直至黎明4时半方才飞回土中，日出时已絕迹。成虫寿命很长，可活一个多月。一生交尾多次。卵分期产出，散产于表土6厘米上下深处。每一雌虫一生可产卵50—60枚。成虫有伪死性，晚8时10分以后交尾活动已过，开始有趋向灯火的习性。

5. 卵期一般为9天多，孵化过程中有吸水膨大的现象，胚胎发育与土壤湿度有密切关系，在土壤含水量10%—30%之間可以正常生长，低于10%便干癟而死，高于30%終会腐烂，但是干燥致使卵壳癟凹沒有超过一半时，如遇适宜环境仍可恢复生长，在水中浸泡5昼夜捞起之卵仍然可以孵出幼虫，甚至浸上22天少数还沒有死去。卵在温度36.6℃的情况下，暴晒14分鈡便会全部死亡，即使背蔭也只需20分鈡。

6. 幼虫在天暖时生活于表土2寸上下范围內，下霜后便开始鉆入深层6寸处潛伏冬眠。幼虫共3龄，其中1、2龄龄期較短，分别在20、30天左右，第3龄长近9月。幼虫老熟后潛入5寸的表土下作土室化蛹，蛹經10天羽化。在蛹期內可根据腹末腹面凸、平外形鑑别出雌雄两性。

7. 葯剂防治成虫曾采用DDT、*666*、*E605*、*E1059*等4种农葯，不同浓度的9个处理进行試驗，結果表明DDT葯效最好，能維持一週左右，可用在生产上推广。防治时25%二二三乳剂稀释200—300倍，最好于傍晚成虫活动时噴射于虫体、寄主上。每隔3—4天噴射一次，共3—4次。其他葯剂除去1/4000浓度的*E605*而外，仅有一天效用，第2天杀虫率便降低至30%以下。*E605*有效成分1/4000液，在第3天成虫食后死亡率为66%。

8. 其他药剂曾用波尔多砷酸钙液、明矾液、蓖麻油乳剂等进行了試驗，結果无效。防治成虫的其他措施，可采用薰烟法、人工捕捉法及火堆誘杀法，这些皆有良好效果，能起保护树叶不遭受損害的作用。成虫产卵期間中耕暴卵也是消灭減少数量的方法之一。

9. 鉴于銅綠金龟子发生地广闊，成虫发生期集中，常大量趋食某一寄主，食量大，为害猛烈，因而在今后为防治成虫，很好的保护果木、节省劳力、巧战、应研究忌避剂，当然連及幼虫在內，还必須采用綜合防治法来消灭此虫，而及早注意到实現三三制后，如何在广大的林木、休閑地內消灭此虫，更属必要。

A STUDY ON *ANOMALA CORPULENTA* MOTSCHULSKY (COLEOPTERA: RUTELIDAE)

Kuoh, J. L. and Chang, H. G.

(*Anhwei Agricultural College*)

Anomala corpulenta Motschulsky is an important insect pest of *Malus prunifota, Pterocarya stenoptera*, etc. in Anhwei. The adult infests the leaf, causing a considerable damage to the plant.

The life cycle of this scarabaeid requires 1 year for its completion. The larvae overwinter. The larval period lasto as much as 310 days. The eggs hatch in 9 days. The length of the pupal stage is 10 days. The life of the adult is about 37 days for the female and 30 days for the male. The adults appear mostly in June.

The adult beetles become active when the light is lower than 60 lux at 7:30 at night, they leave the soil and go to host plant. The act of mating takes place from 7:30 to 8:00. As a rule, the copulation time is about 30 minutes. After copulation, both the male and the female start feeding on the leaf, and then retire to the soil at dawn. From 2 to 3 days after mating, the female beetle begins to oviposit. A maximum of 82, and a minimum of 22, with an average of 50—60 eggs, are laid in the soil about 6 cm. below the surface.

Experiment in which 350 eggs were reared in the soil of various water contents: 0, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% and 40%, showed that the soil water content ranging from 10% to 30% seems to be the most suitable for egg hatching, higher or lower than 30% or 10%. The egg will decay or become desiccated.

The larvae search food 7 cm. below the surface. Feeding continues throughout the season of the first year to November, when they burrow deeply into the ground from 15 to 21 cm for hibernation. In the next spring, they come up again to the surface at the end of March and continue to feed upon the roots, causing severe damages. The larval stage possesses three instares. The mature larvae work their way down, and form oval-shaped pupual chambers at a depth from 10.2 cm to 22.5 cm.

Results of the field experiments for the control of this scarabaeid with DDT, *666*, E*605* and E*1059*, indicated that spraying with 25% DDT emulsion on the foliage was most effective in controlling the adult beettls. Supplementary measures are: hand collecting, light trapping, and smoking.

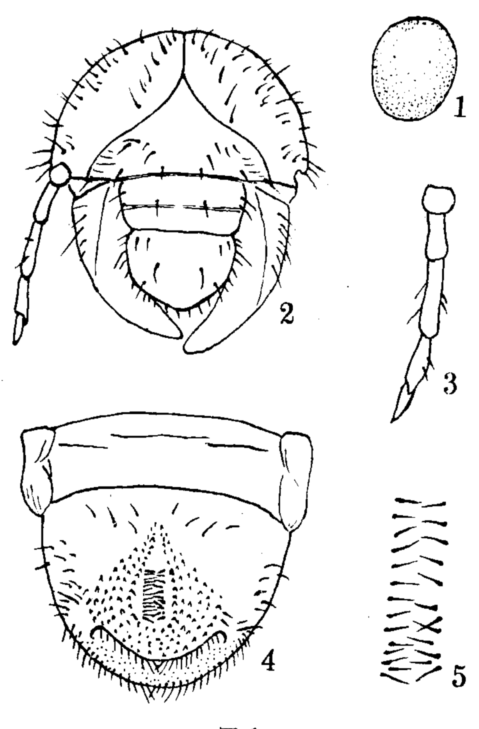
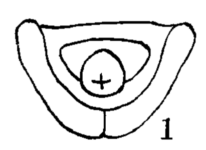


图 1

1.卵的外形； 2.幼虫头部(正面观)；
3.幼虫触角； 4.幼虫胴部末节(腹面观)；
5.幼虫的肛毛列。



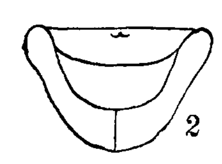


图 2

1.雄蛹体末腹面； 2.雌蛹体末腹面。



图 3 幼 虫 外 形



图 4 蛹 外 形



图 5 成 虫 外 形

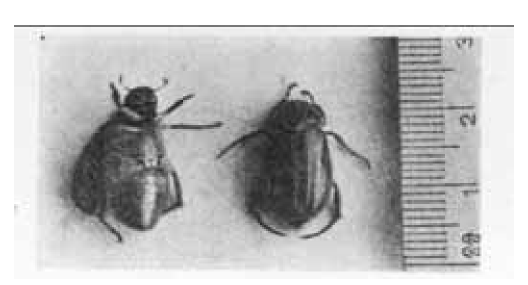


图 6 成 虫 外 形

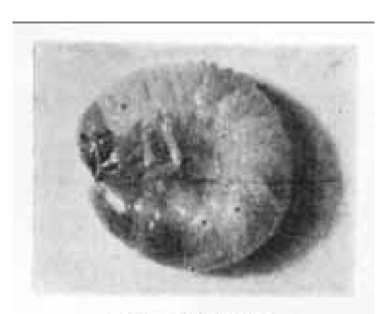
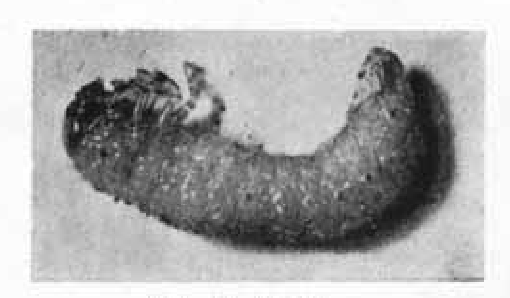
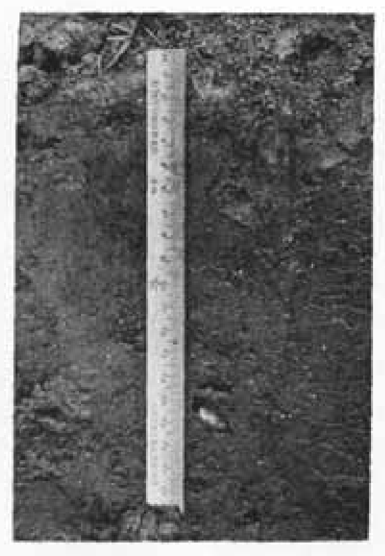


图 7 幼虫蛰伏状


图 6 前 蛹 态


图 8 蛹 化 情 况

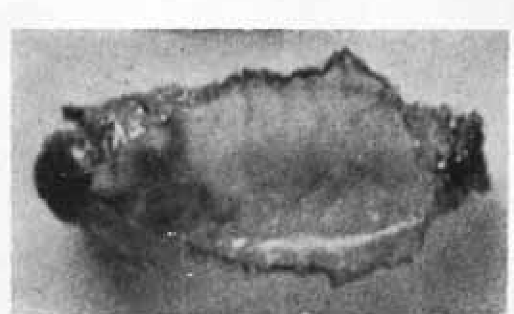

图 10 蛹 外 皮 壳


图 11 蛹 态


图 12 成虫交尾状


图 13 成虫为害枫杨状